

ノート

バルガーのアルファー化度測定による加熱程度の判定

熊沢 勉, 関川 義明*

**Evaluation of the Degree of Heat Treatment of Bulgur Products
by the Determination of the Degree of Gelatinization**

Tsutomu KUMAZAWA and Yoshiaki SEKIKAWA*

*Central Customs Laboratory, Ministry of Finance
531, Iwase, Matsudo - shi, Chiba - ken, 271 Japan

The degrees of gelatinization of bulgur products were determined with a view to establishing whether the products could be regarded as parboiled or pre - cooked.

For purposes of comparison, samples of non - cooked, wheat, wheat flour, non - cooked rice and parboiled rice were also analysed. Furthermore, the change in degree of gelatinization of wheat and rice during parboiling and boiling processes were also examined.

It was found that the degrees of gelatinization of bulgur products were 50% to 67%, and the products could be regarded as pre - cooked because of higher degrees of gelatinization in comparison with that of parboiled wheat

1 緒 言

わが国には、その昔、旅などに出たときの携行食品として「かれい(い)」又は「ほしい(い)」と呼ばれるものがあった。これは、米を蒸して干したもので、そのままでも食べたが、水又は湯にひたしてふやかし、普通の飯のようにして食べることもあった。

この食品によく類似したものとして、バルガー (bulgur) と呼ばれるものがある。これは小麦を原料とし、トルコ地方において主食とされてきた乾燥食品で、昔は、小麦をなべで煮て天日乾燥し、うすで砕いてつくっていた。現在では、蒸し器を用いて小麦を蒸煮し、高温で熱風乾燥後、砕いてつくっている。食べるべきには、蒸すか又は少量の水で煮る必要があるが、最近、欧米では、肉・魚料理のそえもの、ミートローフ、焼きカスター、ミートボールなどの素材として利用されることが多くなってきている。

一方、パーボイルドライスは、米をもみの状態で熱湯に付けるか又は蒸気を通し、次いで乾燥したもので、バルガーとは原料が異なるものの、ほぼ同様の製法で製造されたものである。

関税分類上、パーボイルドライスは、穀粒の構成組織がごくわずかの範囲でしか変化しておらず、十分に加熱調理するため

には20~35分の時間を要することから、税番第10.06項に分類されるが、「かれい(い)」のように、あらかじめ加熱による調理を行った米は、穀粒の構成組織がかなり変化しており、水にひたし煮立たせるか、又は5~12分間煮るだけで食べられることから、税番19.04項に分類される。

バルガーについても、米と小麦の違いはあるが、上記の考え方に基づいて関税分類が決定される。すなわち 加熱処理により、穀粒の構成組織がごくわずかの範囲でしか変化していない場合は、加工小麦として、粒度に応じて税番第11.02項、第11.03項又は第11.04項に分類されるが、穀粒の構成組織がかなり変化している場合は、あらかじめ加熱による調理を行った小麦として、税番第19.04項に分類される。

加熱処理に伴う穀粒の構成組織の変化の程度を定量的にとらえる手法としては、穀粒の最多成分であるデンプンのアルファー化度を測定するのが一般的である。

今回、CCC(関税協力理事会)から当所に分析依頼のあったバルガーについて、そのアルファー化度を測定するとともに、比較対照として、小麦、小麦粉、精白米及びパーボイルドライスについても分析を行い、さらに、小麦及び精白米のパーボイリング処理及びボイリング処理したときのアルファー化度の変化についても検討し、若干の知見を得たので報告する。

2 実験

2.1 試料

パルガー（5種類）

No.1 (トルコ, Bumas 社製, Big grain)

No.2 (トルコ, Bumas 社製, Small grain)

No.3 (フランス, S.A. Markal 社製, Medium - sized grain)

No.4 (ヨルダン製, Medium - sized grain)

No.5 (ヨルダン製, Small grain)

小麦 (カナダ産, Canadian Western, 有皮)

小麦粉 (2種類)

国産市販薄力粉

国産市販強力粉

精白米 (2種類)

国産 (コシヒカリ)

タイ産 (White Fragrant Rice Class A)

パーボイルドライス (タイ産)

2.2 試薬

グルコアミラーゼ (from *Rizopus niveus*, 39.9 U / mg, 生化学工業)

〔Unit Definition : One unit causes the formation of 10mg of glucose from soluble starch in 30 min. at 40°C, pH4.5〕

アミラーゼ (from *Bacillus subtilis*, 766U / mg, 生化学工業)

〔Unit Definition : One unit causes the formation of reducing sugars equivalent to 1 μ mole of glucose from soluble starch per minute at 40°C, pH6.0〕

2.3 装置及び器具

(1) アルファー化度の測定

ボールミル粉碎機 (SPEX8000)

ふるい (目開き 500 μ)

ガラスホモジナイザー

ウォーターバス

インキュベーター (振とう式)

(2) パーボイリング処理

せいろう (竹製, なべの上にセットするタイプ)

オートクレーブ (アルブ KT - 30SD)

(3) ポイリング処理

電熱器 (300W)

(4) ふるい分け試験

ふるい (目開き 1.25mm),

(5) 水分の測定

常圧乾燥機

(6) でん粉の定量

ウォーターバス

インキュベーター (振とう式)

(7) 粗たんぱく質の定量

自動窒素 / 蛋白質定量装置 (三田村理研 KJEL - AUTO)

VS - KT・P)

(8) たんぱく質の電気泳動

電気泳動装置 (ファルマシア PhastSystem)

2.4 アルファー化度の測定

粒状の固体試料については, ボールミル粉碎機で粉碎後, 目開きが 500 μ のふるいを通過したものを分析用試料とし, パーボイリング処理又はポイリング処理後の水を含んだ試料については乳鉢で均一にしたものを分析用試料とした。

アルファー化度の測定は, 関税中央分析所参考分析法 No.24¹⁾により行った。ただし, ふるいを通過した粉状の試料については, 4個の三角フラスコにできる限り正確に等量ずつ採取するため, ガラスホモジナイザーにより懸濁液としてからホールピペットで採取することなく, 各々の三角フラスコに直接秤量により等量ずつ量り採った。

2.5 パーボイリング処理

カナダ産小麦 (有皮) 及び国際精白米を用いて, 次の 2 通りの方法でパーボイリング処理を行った。

(1) 圧力をかけない方法

ビタミン B₁ を強化したパーボイルドライスの製法²⁾にならった。

ビーカーに試料約 0.7 ~ 0.8g を採り, 水約 20ml を加えて約 3 時間浸漬後, 水を切り, せいろの上で圧力をかけずに 5 分間蒸煮した。

(2) 圧力をかける方法

現在, パーボイルドライスは, オートクレーブを用いて蒸煮することが広く行われている³⁾ので, 上記と同様に, 試料を水に浸漬し, 水を切った後, オートクレーブを用いて, 加圧下 (約 1.2 kg / cm²), 約 120°C で 1 分間蒸煮した。ただし, 設定温度, 圧力に達するまでに約 40 分の時間を要した。

なお, Fig. 1 に, タイ産のパーボイルドライスの製法を示す。

2.6 ポイリング処理

カナダ産小麦 (有皮) 及び国産精白米を試料として, 各試料約 1 ~ 2g を沸騰水約 30 ~ 60ml に加え, 電熱器 (300W) により 30 秒から 30 分までの種々の時間加熱した。

なお, カナダ産小麦 (有皮) については, 皮に包まれているため, アルファー化が容易に進行しないことが予想されたので, 全粒のもののほか, 乳鉢を用いて粗く碎いたものについてもポイリング処理を行い, 両者の比較試験を行った。

2.7 ふるい分け試験

パルガーについて, 関税率表第 11 類注 3(b)に基づき, 目開きが 1.25mm のふるいを用いて, 税番第 11.03 項に該当するか否か, ふるい分け試験を行った。

2.8 水の測定

パルガー及び小麦粉について, 105°C で常圧乾燥し, 水分を測定した。

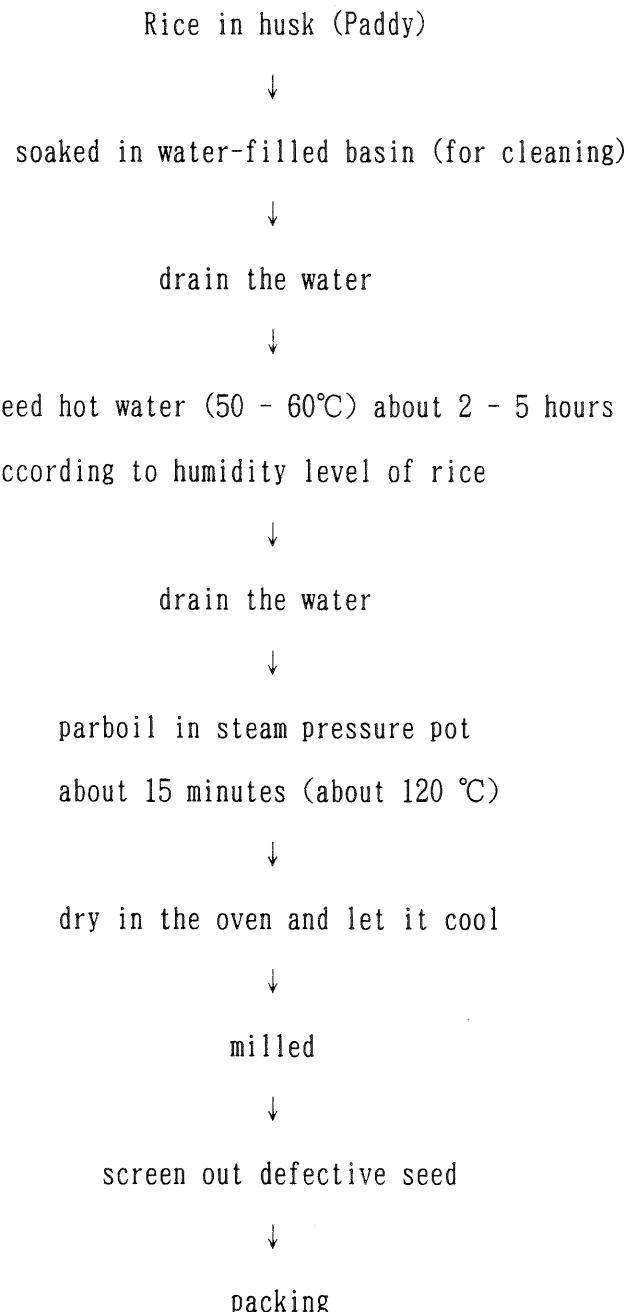


Fig. 1 Process to produce parboiled rice in Thailand

2.9 でん粉の定量

バルガー及び小麦粉について、沸騰水浴中で 1 時間加熱後、グルコアミラーゼ及び - アミラーゼにより 37 度約 2.5 時間酵素分解し、ハーネス法により総糖分(ぶどう糖として)を定量した。でん粉含有量は、総糖分から直接還元糖分(ぶどう糖として)を差し引き、これに 0.9 を乗じて算出した。

2.10 粗たんぱく質の定量

バルガー及び小麦粉について、各試料約 700~800mg を濃硫酸で分解後、自動窒素 / 蛋白質定量装置により窒素分を定量し、これに窒素 - たんぱく質換算係数として、バルガーの場合

は 5.83 を、小麦粉の場合は 5.70 を乗じて粗たんぱく質含有量を算出した。

2.11 たんぱく質の電気泳動

バルガー、カナダ産小麦(有皮)及び小麦粉について、次の条件でたんぱく質の電気泳動を行った。

分離法 : SDS - PAGE

ゲル : ポリアクリルアミド、濃度 20%、厚さ 0.45mm

(PhastGel Homogeneous 20)

ゲル緩衝液 : 0.112M 酢酸塩 - トリス、pH 6.5

電極槽緩衝液 : 0.2M トリシン - トリス、0.55% SDS,

ノート バルガーのアルファー化度測定による加熱程度の判定

pH8.1 (PhastGel SDS Buffer Strips)
染色液: 0.1% PhastGel Blue R (CBBR 系)
脱色液: メタノール - 酢酸 - 水 (3:1:6)

低いため関税率表第11類に分類される場合には、税番第11.04項に分類されることになる。

3 結果及び考察

3.1 ふるい分け試験

目開きが 1.25mm のふるいを用いて、バルガーのふるい分け試験を行った結果を Table 1 に示した。ふるい通過率は 0.2 ~ 56.1% で、いずれも 95% 未満であったので、加熱の程度が

3.2 組成

バルガー及び小麦粉について、水分、でん粉含有量及び粗たんぱく質含有量を測定した結果を Table 2 に示した。なお、比較対照として、小麦 (全粒) の文献値⁴⁾を併せて示した。分析試料として用いたバルガーは、ふすまの部分を含んでいるため、小麦粉よりも、むしろ小麦 (全粒) に近い組成を有している。

Table 1 Rate of passage bulgur products through a sieve with an aperture of 1.25 mm

Sample	Rate of passage (%)
Bulgur №1	0. 2%
Bulgur №2	45. 7
Bulgur №3	1. 4
Bulgur №4	8. 6
Bulgur №5	56. 1

Table 2 Composition of bulgur products

Sample	Moisture(%)	Starch(%)	Protein * (%)
Bulgur №1	9. 3%	65. 6%	11. 0%
Bulgur №2	9. 3	66. 5	10. 7
Bulgur №3	10. 5	64. 7	11. 6
Bulgur №4	10. 4	64. 4	10. 4
Bulgur №5	9. 7	66. 4	11. 6
Wheat flour(soft)	12. 5	72. 4	8. 6
Wheat flour(hard)	12. 5	68. 1	12. 7
Wheat grain	11. 0 ^b	65. 0 ^b	11. 4 ^c

a Nitrogen-protein conversion coefficients :

bulgur products 5.83, wheat flour 5.70

b H. Iwata, "Shokuhin Kagaku Kakuron", Yokendo, Tokyo(1983), p. 37

c H. Iwata, ibid., p. 35

3.3 たんぱく質の電気泳動

バルガー及び小麦粉のたんぱく質の電気泳動像のパターンを Fig.2 に示した。バルガーにおいては、加熱処理によるたんぱく質のバンド数の減少が認められ、特に、試料 No.1 及び No.2において、バンド数の減少が顕著に認められた。

バルガーのうち比較的多くのたんぱく質のバンドが認められた試料 No.3 及び No.4 について、小麦粉及び小麦(全粒)

とパターンの比較を行ったものを Fig.3 に示した。バルガーにおける最も強いバンドの位置は、小麦粉及び小麦(全粒)の位置とは異なっている。このことは、比較的多くのたんぱく質のバンドが認められた試料 No.3 及び No.4 においても、加熱処理によって、たんぱく質が変性を受け、水溶性の蛋白質の組成が、元の組成とは異なっていることを示唆する。

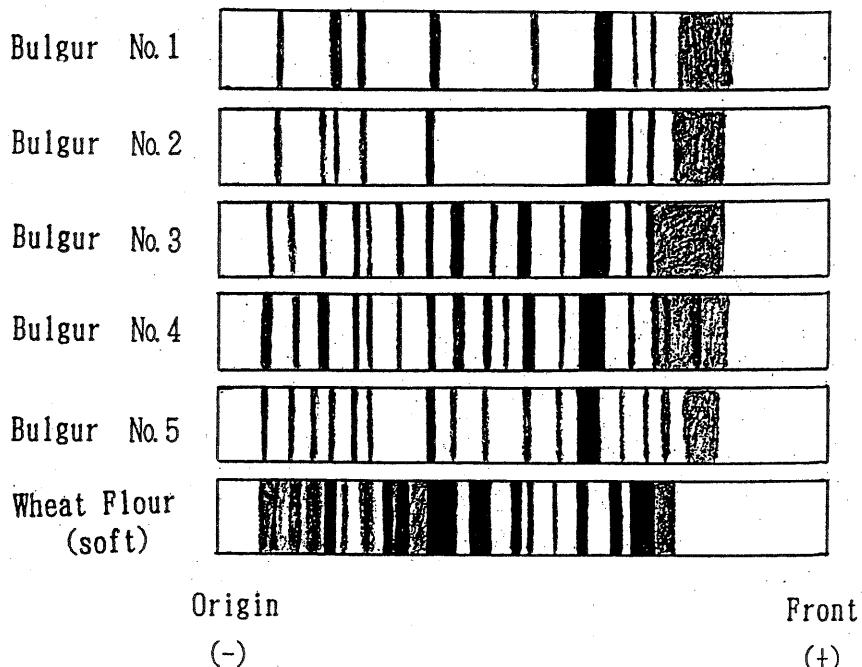


Fig. 2 Electrophoretogram Patterns of Proteins

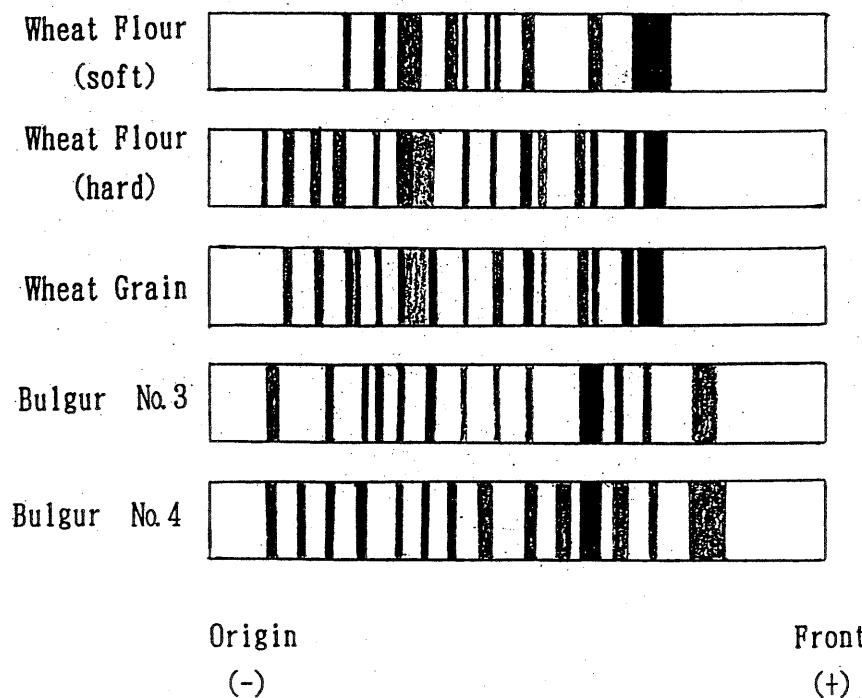


Fig. 3 Electrophoretogram Patterns of Proteins

3.4 バルガーのアルファー化度

バルガーのアルファー化度を測定した結果を Table 3 に示した。比較のため、小麦粉及び小麦(全粒)のアルファー化度についても併せて示した。バルガーのアルファー化度は 50~67

%で、小麦粉及び小麦(全粒)のアルファー化度よりも高く、バルガーが加熱処理されたものであるということは、アルファー化度の違いにより明らかである。

Table 3 Degree of gelatinization of bulgur products

Sample	Degree of gelatinization (%)
Bulgur No 1	67 %
Bulgur No 2	67
Bulgur No 3	62
Bulgur No 4	50
Bulgur No 5	58
Wheat grain (C. W.)	22
Wheat flour (soft)	21

* C. W. = Canadian Western

3.5 ボイリング処理によるアルファー化度の変化

精白米及び小麦(皮付のもの及びこれを粗く碎いたもの)について、30秒~30分間ボイリング処理を行ってアルファー化度を測定し、処理時間ごとのアルファー化度の変化の様子を Table 4 及び Fig.4 に示した。これにより、バルガーの加熱程度は、そのアルファー化度が 50~67% であることから、粗く碎いた小麦で約 3~6 分間、また、皮付の小麦で約 12~20 分間ボイリング処理したものに相当することが分かった。

なお、精白米、粗く碎いた小麦及び皮付の小麦の 3 者間において、ボイリング処理によるアルファー化度の増加率に差異が認められ、同じ小麦でも粗く碎くかどうかによって、小麦内部における熱変性の速度が大きく異なることが分かった。

3.6 パーボイリング処理によるアルファー化度の変化

精白米及び小麦(皮付のもの)について、パーボイリング処理を行い、アルファー化度を測定した結果を Table 5 に示した。精白米と小麦(皮付のもの)では、パーボイリング処理によるアルファー化度の増加率に顕著な差異が認められた。また、せいろによる圧力をかけないパーボイリング処理と、オートクレーブによる高温度のパーボイリング処理では、特に、小麦(皮付のもの)でアルファー化度の増加率に顕著な差異が認められた。

このように、パーボイリング処理の方法及び原料の違いによって、アルファー化度の増加率に差があるので、バルガーについて、その加熱の程度がパーボイリングに相当するのかどうかを論じるには、Table 5 に示した処理方法及び原料のうちから、最も適切なものを選択する必要がある。

ここで、関税率表解説 10.06 項に記載されているパーボイルドライスは、米をもみの状態で処理したものであり、穀粒の構成組織がごくわずかの範囲でしか変化していないものであることから、バルガーの加熱の程度が関税率表上パーボイリング処理と認められるかどうかを論じるためには、Table 5 に示した処理方法及び原料のうち、皮付の小麦を原料とし、圧力をかけないパーボイリング処理を行った場合のアルファー化度(28%)と比較すべきである。

このように考えると、バルガーの加熱程度は、そのアルファー化度が 50~67% であることから、関税率表上のパーボイリング処理の程度を超えているものと認められる。

Table 4 Change in degree of gelatinization of rice and wheat during boiling process

Boiling time (min.)	Degree of gelatinization (%)		
	Rice ^a	Wheat ^b	Wheat ^c
0 (raw)	38%	22%	22%
0.5	53	29	—
3	64	46	27
5	70	63	31
10	88	81	46
15	91	86	—
20	96	88	67
25	97	90	—
30	100	91	85

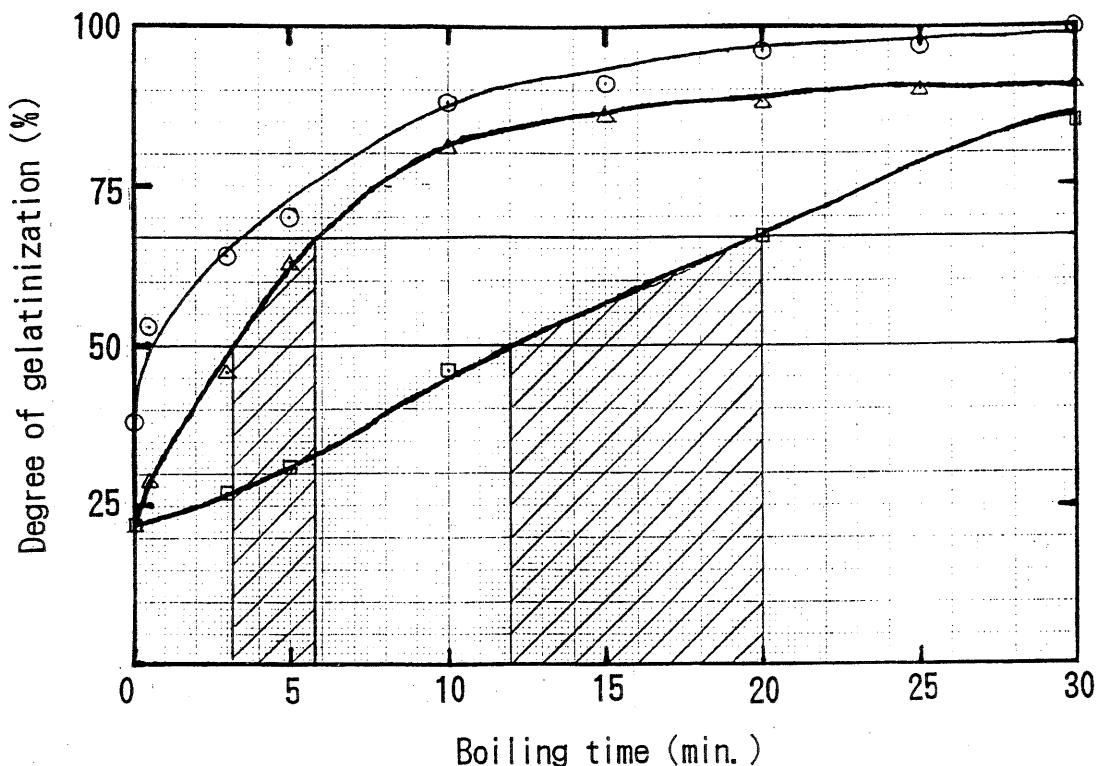
^a Well-milled rice (Koshihikari)^b Canadian Western wheat (crushed grain)^c Canadian Western wheat (whole grain)

Fig. 4 Change in degree of gelatinization of rice and wheat during boiling process

—○— Rice (well-milled)

—△— Wheat (crushed grain)

—□— Wheat (whole grain)

Table 5 Degree of gelatinization of rice and wheat after parboiling process

Parboiling method	Degree of gelatinization (%)	
	R i c e ^a	W h e a t ^b
Method A	89%	28%
Method B	99	85

Method A : soaking rice or wheat in water, draining the water and steaming at 100°C for 5 min.

Method B : soaking rice or wheat in water, draining the water and steaming at 120 °C (1.2 kg/cm²) for 1 min.
[Raising temperature time : 40 min.]

a Well-milled rice (Koshihikari)

b Canadian Western wheat (whole grain)

3.7 バルガーの加熱の程度を判定するうえでの問題点

上記のように、バルガーの加熱程度は、関税率表上のパーボイリング処理による加熱の程度を超えているという結論になつたが、ここで、二つの問題点がある。

一つは、バルガーの製法に関することで、緒言にも記載したように、バルガーは、現在では、小麦を蒸煮した後、高温で熱風乾燥して製造されることから、蒸煮工程のみでなく、乾燥工程によつても加熱処理を受けている。したがつて、今回、CCCからの分析依頼では、蒸煮工程のみを取り上げて、その加熱の程度がボイリングに相当するのか、又はパーボイリングに相当するのかを分析のポイントとしていたようであるが、乾燥工程中の加熱処理によるアルファー化度への影響は本来無視できないものである。しかしながら、乾燥条件に関しては、分析回答期限までにCCCから何ら情報が提供されなかつたので、乾燥工程中の加熱処理によるアルファー化度への影響の度合いを実験によって確認することができなかつた。そこで、CCCへのバルガーのアルファー化度に関するコメントは、乾燥工程における加熱によるものも含めたアルファー化の程度がパーボイリング処理の程度を超えているという指摘にとどまらざるを得なかつた。

もう一つの問題点は、現在、製造されているパーボイルドライスの大部分が、オートクレーブを用いて高温高圧で処理されたものであり、関税率表解説10.06項に記載されているような穀粒の構成組織がごくわずかの範囲でしか変化しないパーボイルドライスはほとんどないと言っても良いような状況にあることである。実際に、タイ産の米（長粒種）について、アルファー

化度を測定してみると、精白米が53%で、パーボイルドライスとして出回っているものが69%であった。パーボイリング処理によるアルファー化度の増加率は34.0%と算出されるので、穀粒の構成組織がごくわずかの範囲でしか変化しないものとは認め難いことになる。このアルファー化度の増加率を、バルガーと比較してみると、未処理の小麦のアルファー化度が22%で、バルガーのアルファー化度が50~67%であるので、バルガーの製造工程におけるアルファー化度の増加率は35.9%~57.7%と算出され、バルガーのうちアルファー化度が最も低かった試料No.4については、タイ産のパーボイルドライスにおけるアルファー化度の増加率とほとんど変わらないことになる。商取引上のパーボイルドライスの加熱の程度が、このように高いのであれば、関税率表解説のパーボイルドライスについての記述の見直し等が必要と思われ、場合によつては、バルガーについての分類変更もあり得ることになる。

4 要 約

バルガーの加熱の程度が、parboiledに相当するものであるのか、又はpre-cookedに相当するものであるのかを判別するために、バルガーのアルファー化度を測定した。

比較対照として、未処理の小麦、小麦粉、未処理の米及びパーボイルドライスについても同様にアルファー化度を測定するとともに、パーボイリング処理及びボイリング処理によるアルファー化度の変化についても検討した。

この結果、バルガーのアルファー化度は50~67%であり、

パーボイリング処理した小麦のアルファー化度よりも高いこと あることが判明した。
から、パルガーの加熱の程度は pre-cooked に相当するもので

文 献

- 1) 関税中央分析所参考分析法 No.24 ; でん粉のアルファー化度の測定法 (1987)
- 2) 尾崎準一監修 ; 食品加工法 (6版) , 朝倉書店 , p.567 (1971)
- 3) H. D. Belitz, W. Grosch ; Food Chemistry, Springer - Verlag, p.513 (1986)
- 4) 岩田久敬 ; 食品化学各論 , 養賢堂 , p.35~37 (1983)